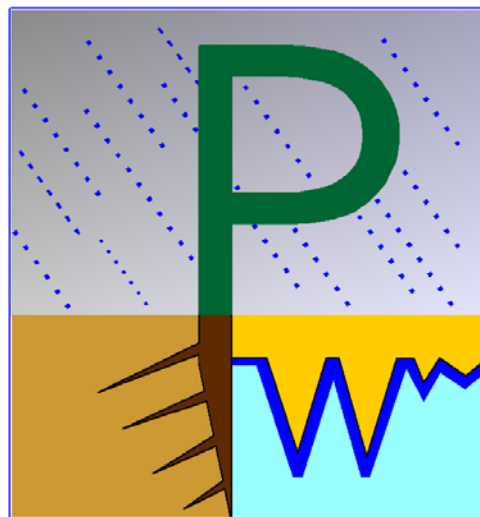




Département PERSYST
UR Systèmes de Culture Annuels

PROBE-w (PROgramme de Bilan de l'Eau): logiciel de modélisation du bilan hydrique dans un sol cultivé. Présentation et guide d'utilisation.

JL Chopart¹, L Le Mézo, M Mézino.



Janvier 2009

¹ CIRAD-CA station Ligne Paradis, 7, chemin de l'IRAT, 97410, St Pierre La Réunion.
chopart@cirad.fr

Introduction, antécédents

Ce logiciel permet une modélisation simple et rapide du bilan hydrique dans les sols cultivés, grâce à un modèle de simulation du même nom (PROBE) proposé par Chopart et Siband (1988) et validé par Chopart et Vauclin (1990), Chopart et al. (2007).

Les hypothèses et choix de modélisation, algorithmes et équations sont détaillés dans le document technique fondateur (Chopart et Siband, 1988) et dans l'article scientifique qui a suivi (Chopart et Vauclin, 1990). Ces éléments scientifiques ne seront pas repris dans ce guide de l'utilisateur du logiciel PROBE-w. On citera seulement quelques éléments. Le modèle est de type capacitif avec un pas de calcul de un jour. Il demande, principalement, des informations sur: (i) la réserve maximale en eau utile dans le sol prospectable par les racines (ii) le climat (pluies, ETP journalières), (iii) les besoins en eau de la culture (coefficient cultural), (iv) des informations simples sur le système racinaire considéré, ici, comme le capteur d'eau (croissance du front racinaire), (v) des informations simplifiées sur les processus d'évaporation directe dans les jours suivant une pluie. Le modèle calcule les deux principaux termes du bilan hydrique: l'évapotranspiration du système sol-plante, les excès d'eau (drainage+ruissellement) et différents autres paramètres qui en découlent (déficit hydrique, taux de satisfaction des besoins en eau de la culture). Pour plus d'informations sur les équations du modèle et les choix de modélisation, il est possible de consulter les articles déjà publiés. [Cf. bibliographie](#)

Un premier logiciel avait été élaboré peu après la création du modèle. Mais il était écrit en Basic, par les chercheurs eux-mêmes, sur des supports informatiques des années 80. Il n'était plus fonctionnel. Le modèle PROBE a été réutilisé plus récemment comme modèle de bilan hydrique dans un outil de conseil en irrigation pour les agriculteurs (OSIRI : Chopart et al., 2007) et un outil d'aide à la décision en irrigation pour les décideurs (FIVE-Core, Chopart et al., 2007). Mais il s'agit, dans les deux cas, d'outils d'aide à la décision à fonction centrée sur l'irrigation. Leur prise en main peut paraître un peu lourde pour un agronome non spécialiste de l'irrigation et de la gestion agricole de l'eau, qui veut établir un simple et rapide bilan hydrique.

Une nouvelle version du logiciel PROBE, (PROBE-w) a été conçue pour pouvoir être utilisé par des agronomes, biologistes, sélectionneurs, etc., pas forcément spécialistes de l'irrigation, ni même du fonctionnement hydrique du sol et de la plante. Le bilan hydrique dans le sol cultivé est en effet un élément important de la compréhension de la variabilité spatio-temporelle du rendement en fonction du climat et du sol (Chopart et al. 1991). C'est donc, entre autres, un des éléments de compréhension des interactions génotype x environnement et, pour plusieurs cultures, de la qualité du produit. C'est pourquoi PROBE-w a été élaboré avec les outils informatiques actuels, sous Windows. Cette version est complètement nouvelle dans sa présentation, tout en gardant les fonctionnalités et le domaine de validité du modèle initial publié.

SOMMAIRE

1. Principes de base et démarche à suivre	4
Principes de base et domaine de validité	4
Présentation succincte des étapes successives	4
2. Données climatiques et irrigations	5
2.1. Création et choix d'un fichier	5
1. Saisie les données directement dans PROBE-w ou sur tableur	6
2. Sauvegarde des fichiers	7
3. Choix du fichier climat pour le calcul.....	7
2.2. Analyse des données manquantes	7
2.3. Modélisation de l'évaporation du sol.....	8
3. Paramétrage du réservoir sol, de la plante et des racines.....	8
3.1. Paramètres du réservoir du sol	9
3.2. La plante et ses racines.....	10
Le coefficient cultural (Kc) :.....	10
3.3. Gestion des entités	12
3.4. Analyse de sensibilité.....	13
4. Le calcul et l'exportation du bilan hydrique.....	14
4.1. Calcul du bilan hydrique et affichage des résultats.....	14
4.2. Exportation des résultats	15
5. Gestion informatique	16
Annexe 1 : Limites de l'application.....	17
Bibliographie	18

1. Principes de base et démarche à suivre

Principes de base et domaine de validité

PROBE-w est un logiciel de calcul du bilan hydrique dans le sol basé sur le modèle PROBE de type capacitif.

Le logiciel est en trois parties :

- paramètres d'entrée du bilan hydrique pour une ou plusieurs entité(s) spatiale(s)
- calcul du bilan hydrique et affichage des résultats
- exportation des données (paramètres d'entrée et résultats sous forme de fichier texte).

Une aide en ligne et un guide de l'utilisateur sont disponibles.

Les limites conceptuelles, pratiques et les choix informatiques sont détaillés dans l'[annexe 1](#).

Lors de la fermeture de PROBE-w, ces données ne sont pas gardées en mémoire dans l'outil. De même dans, PROBE-w, il n'existe aucune mise en figure des résultats. Ces limites correspondent au choix de proposer un outil simple se limitant à sa fonction première : la modélisation du bilan hydrique. Les mises en forme graphique et les calculs statistiques sont donc externalisés.

Présentation succincte des étapes successives

Le logiciel PROBE-w présente un écran unique composé de trois onglets correspondant aux trois étapes d'utilisation du logiciel.

1) La première étape consiste à fournir à PROBE-w, des données climatiques journalières:

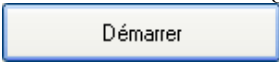
- les pluies et /ou les irrigations, (obligatoire),
- la demande en eau du climat ou évapotranspiration potentielle (obligatoire),
- la température moyenne de l'air en fonction du coefficient cultural (facultatif).

Pour chaque dossier le fichier contenant ces données peut être saisi ou de préférence crée au préalable dans un tableur et sauvegardé en format CSV.

2) Dans la seconde étape, les paramètres sur le réservoir sol (réserve en eau utile, cote de drainage, état initial des réserves hydriques...) et sur les racines (profondeur initiale du front racinaire, vitesse de croissance) doivent être renseignés.

3) Dans la troisième étape, après avoir paramétré les entrées du modèle en 1 et 2, PROBE-w calcule, chaque jour, le bilan hydrique dans le sol. Ensuite, l'utilisateur choisit ses variables de sortie pour une exportation en fichier texte. Les valeurs calculées peuvent être synthétisées par différentes périodes de temps ou exportées en intégralité.

La page de garde de PROBE-w

En cliquant sur l'icône de PROBE-w, une page de garde (Figure 1) présente succinctement le logiciel et propose à l'utilisateur d'activer l'application soit en cliquant sur le bouton  soit en validant « Entrée » au clavier.

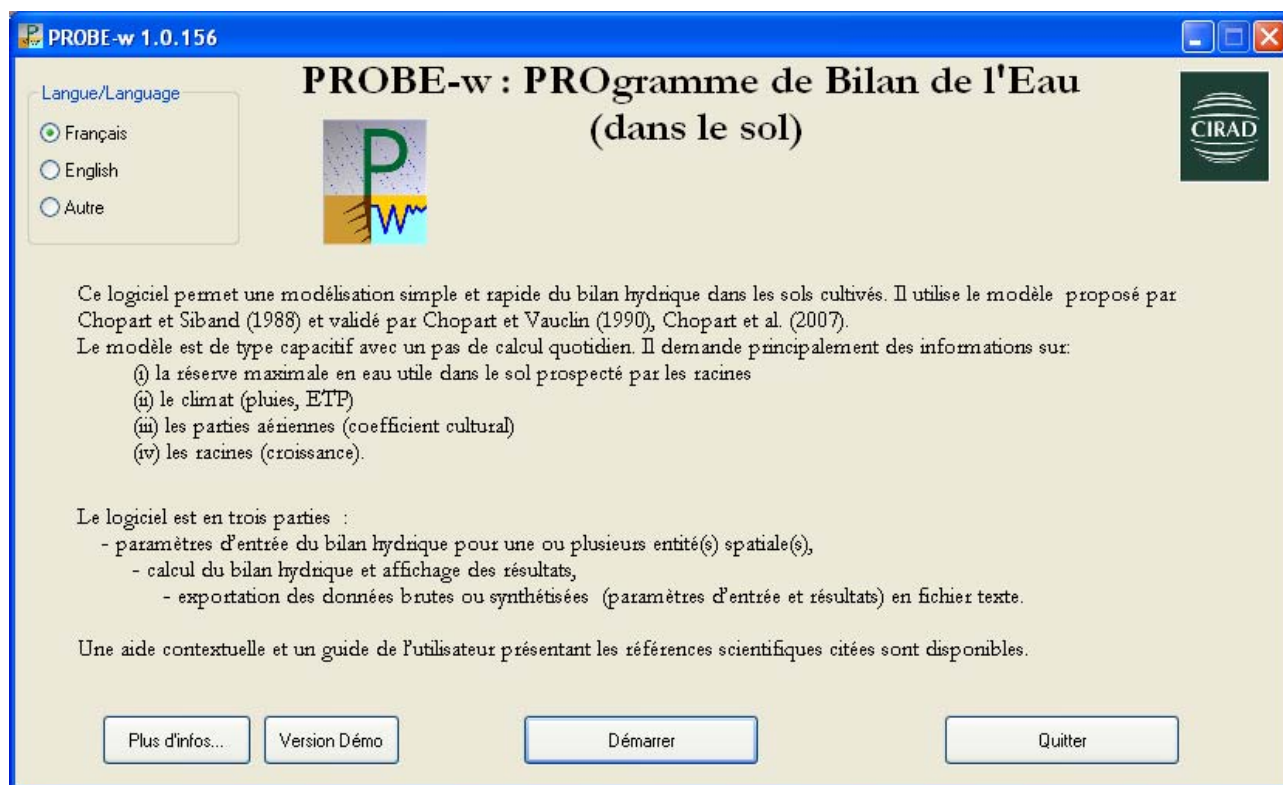
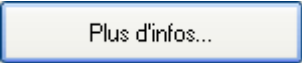


Figure 1 : Page d'ouverture de PROBE-w

 propose le numéro de version et les contacts.

2. Données climatiques et irrigations

2.1. Création et choix d'un fichier

La première étape consiste, dans l'onglet climat (fig. 2), à saisir ou à choisir un fichier de données climatiques. Le fichier climat doit être renseigné pour chacun des jours, de la date de début de calcul à la date de fin de cycle. PROBE-w contrôle la présence de ces données. Le bilan hydrique sera arrêté en cas de données manquantes.

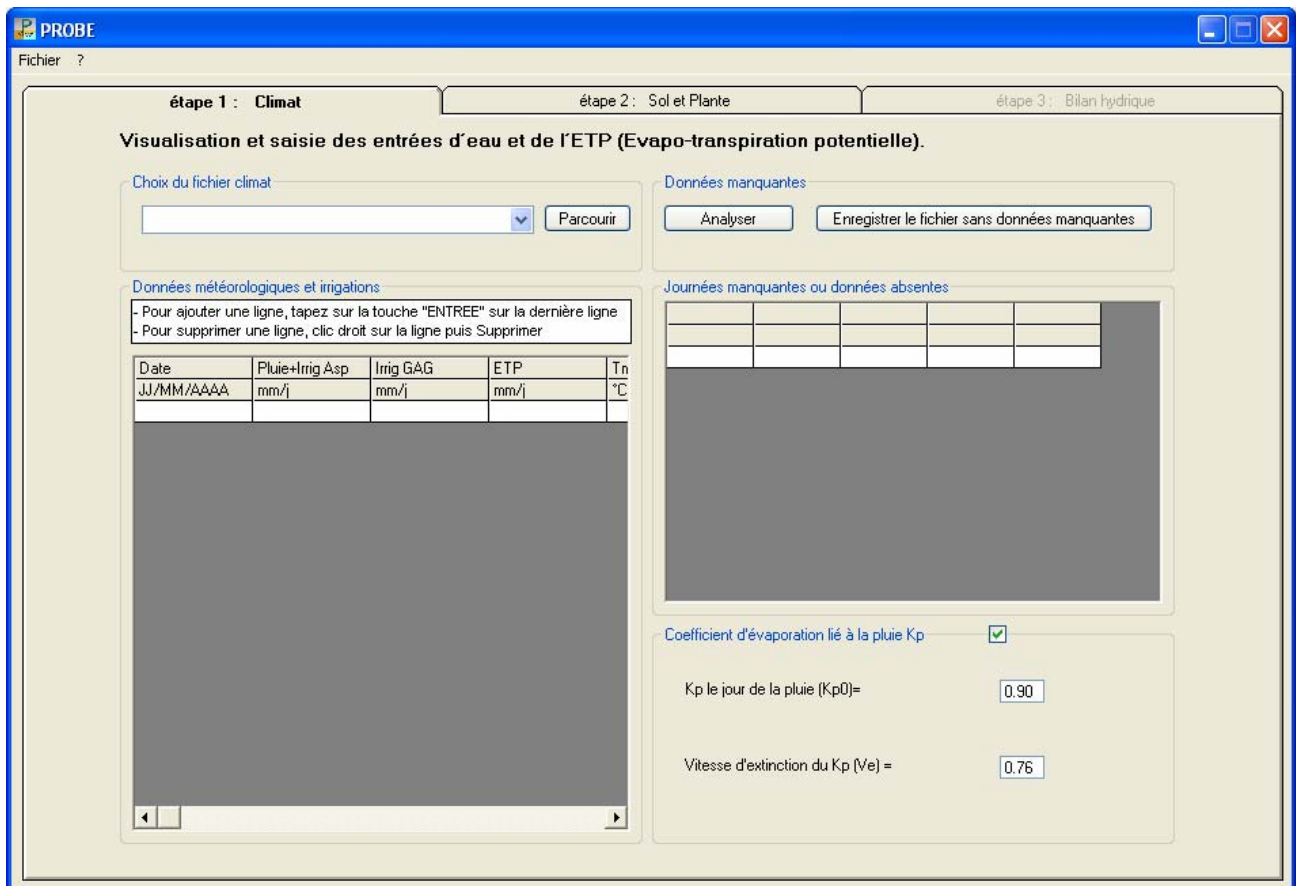


Figure 2 : Onglet de gestion de données climatiques

1. Saisie les données directement dans PROBE-w ou sur tableur

Dans le logiciel PROBE-w, la saisie des données climatiques est possible mais elle est surtout réservée à corriger ou compléter quelques valeurs manquantes. La démarche la plus opérationnelle consiste à établir, au préalable, des fichiers de données climatiques dans un tableur et d'enregistrer ces fichiers au format « .CSV ».

Dans les deux cas, les fichiers sont à renseigner **impérativement** pour chaque jour et doivent respecter l'architecture suivante :

- Date au format JJ/MM/AAAA
- Pluie + irrigation par aspersion (Pluie + Irrig Asp) en mm
- Irrigation par goutte à goutte enterré (Irrig GAG) en mm
- Evapotranspiration Potentielle (ETP) en mm
- Température moyenne de l'air (T moy) en °C

En conditions pluviales ou en irrigation par aspersion, la colonne « Irrig GAG » doit être complétée par des valeurs nulles.

La température de l'air est à renseigner correctement, uniquement lorsque le calcul du coefficient cultural (KC) est de type « Température ». Pour les autres types de calculs du KC, ce champ peut être complété par des valeurs nulles.

Dans PROBE-w, pour compléter rapidement une série de données sur un paramètre, l'utilisateur peut sélectionner toute la colonne ou plusieurs cellules de la même colonne et saisir une même valeur. La saisie est alors validée simultanément sur toutes les cellules sélectionnées.

Il est possible, et conseillé, de mettre plusieurs années à la suite.

2. Sauvegarde des fichiers

Si la saisie a été faite dans PROBE-w directement, la sauvegarde est assurée en activant le bouton enregistrer. L'utilisateur choisit le nom du fichier, et celui-ci est sauvegardé automatiquement en format « .CSV ».

Si la saisie a été faite dans un tableur, il faut avant la sauvegarde, s'assurer que la ligne d'en-tête (date etc.) se situe sur la première ligne de la première colonne de la page. L'utilisateur doit éliminer toutes les informations supplémentaires éventuelles. Il doit sauvegarder ce fichier en format « .CSV ». Les fichiers enregistrés dans un autre format ne sont pas lisibles par PROBE-w. Il faut mémoriser l'endroit où le fichier est stocké. Une arborescence spécifique à PROBE-w facilite la tâche de recherche. Cf. [gestion informatique](#)

Il est possible de corriger ou compléter, sous tableur, des fichiers climat déjà existants.

Pour cela, il faut ouvrir le fichier «.CSV», sélectionner le type « Tous les fichiers » ou « Fichier texte », puis sélectionner le séparateur « ; » dans la seconde étape de l'assistant d'importation pour Excel.


L'utilisateur effectue les modifications nécessaires puis enregistre le fichier au format « .CSV ».


3. Choix du fichier climat pour le calcul

Après avoir créé les fichiers de données climatiques, l'utilisateur sélectionne, dans l'arborescence le nom du fichier adéquat et le visualisant dans la fenêtre de sélection. Après ce choix le contenu du fichier s'affiche dans la fenêtre gauche.

2.2. Analyse des données manquantes

Comme déjà indiqué, il est indispensable de s'assurer de la présence des données climatiques pour chacun des jours retenus pour la modélisation.

La commande  vérifie la conformité du fichier et présente dans la fenêtre de droite les jours manquants et/ou les données manquantes.

Dans ce cas, l'utilisateur saisit les données manquantes dans la partie gauche puis active le bouton  pour s'assurer de la continuité des données.

Des données manquantes dans le fichier climat n'empêchent pas de passer à la phase 3 (calculs). Mais, les calculs doivent alors être faits sur une période sans données manquantes.

2.3. Modélisation de l'évaporation du sol

Le logiciel gère la part évaporative de l'évapotranspiration. Pour cela, après une pluie ou une irrigation par aspersion, l'évaporation directe de cette pluie par le sol (et l'assèchement direct des feuilles) représente une fraction de l'ETP qui, après la pluie, diminue de façon exponentielle avec le temps suivant le modèle :

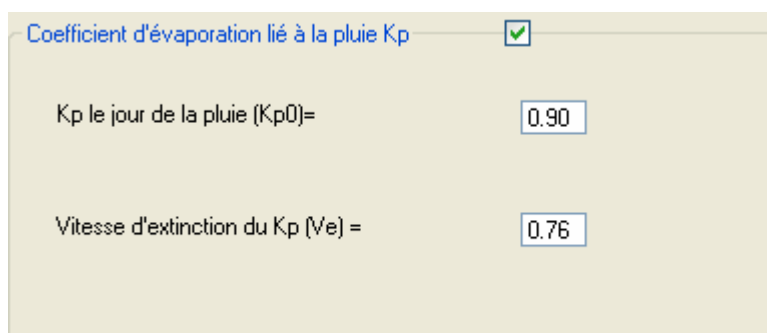
$$KP_j = KP_0 \exp(-Ve JAP)$$

avec :

- KP_0 : évaporation du premier jour (jour 0) ; KP_0 compris entre 1 (ETP) et 0
- Ve : vitesse d'extinction du KP en fonction du nombre de jours après la pluie. (entre 1 et 0)
- JAP : nombre de jours après une pluie

Le logiciel affiche donc deux fenêtres KP_0 et Ve . Elles contiennent déjà des valeurs de KP_0 et de Ve considérées empiriquement comme fonctionnelles dans les sols et les climats tropicaux.

L'utilisateur peut modifier ces valeurs. En absence de modification, ce sont les valeurs proposées par le modèle qui seront retenues.



Coefficient d'évaporation lié à la pluie Kp	
Kp le jour de la pluie (Kp0)=	0.90
Vitesse d'extinction du Kp (Ve) =	0.76

En cas d'irrigation par goutte à goutte enterré, on considère que l'évaporation sol est nulle et le modèle de calcul du bilan hydrique n'utilise pas cet algorithme.

3. Paramétrage du réservoir sol, de la plante et des racines

La seconde étape permet de configurer, dans l'onglet Sol et Plante (fig. 3), les entités sur lesquelles seront réalisés les bilans hydriques.

Lors de la première utilisation, aucune entité n'est affichée. L'utilisateur se positionne sur la première ligne et commence la saisie des informations par le nom de l'entité puis les dates du cycle cultural et de début de calcul.

Attention : pendant la période de calcul (différence entre date de début de calcul et date de fin de cycle) les données climatiques doivent être connues. (Cf. [Données climatiques et irrigations.](#))

Tous les paramètres sont obligatoires.

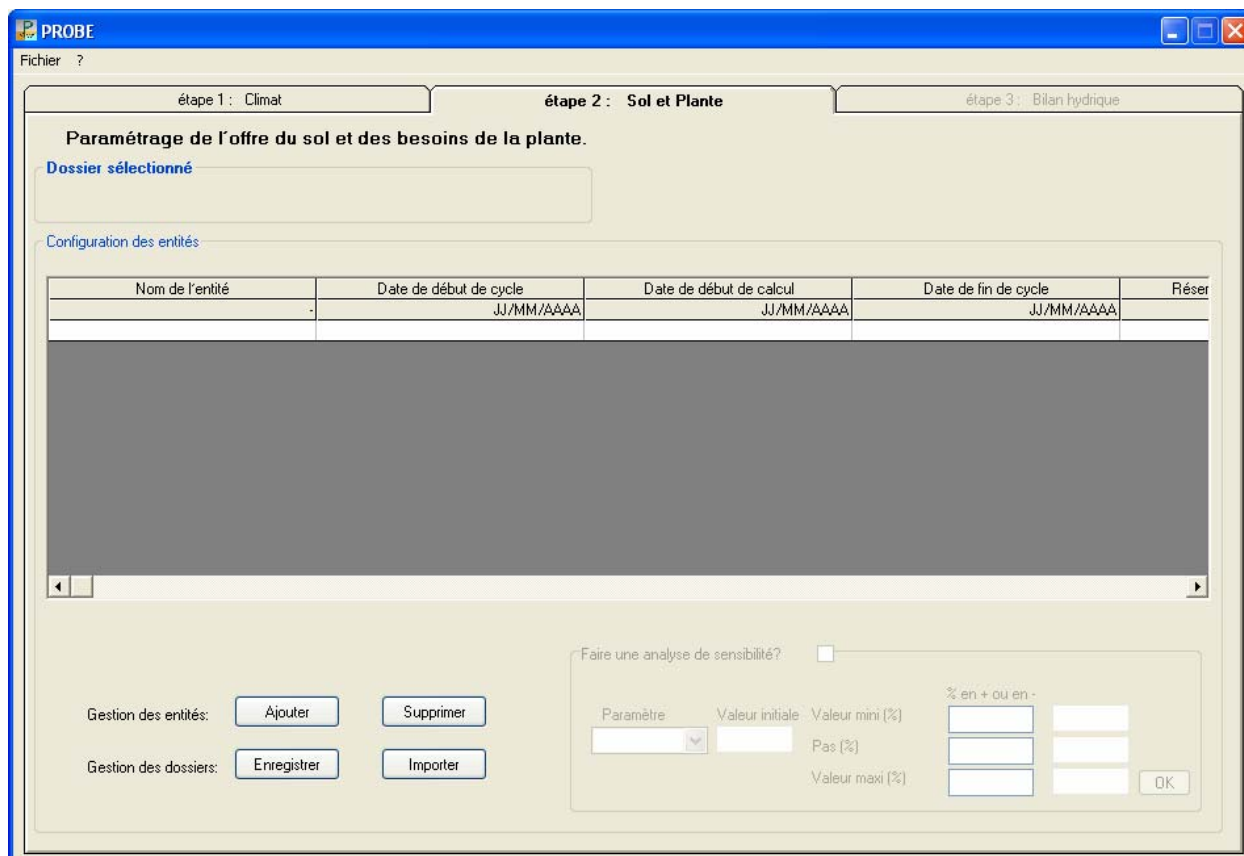


Figure 3 : Onglet du paramétrage des entités

3.1. Paramètres du réservoir du sol

L'utilisateur configure ensuite les paramètres relatifs au réservoir sol :

- Réserve en eau utile : Réserve maximale en eau utile (RU) en mm d'eau par unité (cm) de profondeur de sol.
- Cote de drainage (CD): Profondeur (en cm) à partir de laquelle on considère que l'eau n'est plus ou ne sera plus utilisable par la plante même lorsque le système racinaire aura atteint sa cote maximale. C'est donc à cette profondeur que commence le drainage (on néglige ici les éventuels phénomènes de remontées capillaires).
- Front d'humectation initial (FH ini) : Profondeur (en cm), à la date de début de calcul, de la limite entre l'horizon humide de surface et un horizon plus profond pouvant être suffisamment asséché pour empêcher la croissance des racines. Cette donnée peut être estimée à partir des pluies (ou des irrigations) survenues dans les semaines qui précèdent le début de calcul. Le front d'humectation initial doit être inférieur ou égal à la valeur de la cote de drainage.
- Front racinaire initial (FR ini) : Profondeur de sol exploré par les racines (en cm), à la date de début de calcul. Le front racinaire initial doit être inférieur ou égal à la valeur du front d'humectation initial.
- Stock d'eau total initial (ST ini): Stock d'eau utile entre la surface et le front d'humectation (en mm) à la date de début de calcul. Ce stock doit être inférieur ou égal à la valeur du produit de la Ru (mm/cm) par la profondeur du front d'humectation initial.
- Stock d'eau racinaire initial (SR ini): Stock d'eau utile entre la surface et le front racinaire (en mm) à la date de début de calcul. Ce stock doit être inférieur ou égal à la valeur du produit de la Ru (mm/cm) par la profondeur du front racinaire initial.

Lors de la saisie des paramètres, les contrôles suivants sont effectués :

Date de début de cycle \leq date de début de calcul \leq date de fin de cycle
 $SR_{ini} \leq ST_{ini}$
 $FR_{ini} + C_j * \text{Age de fin croissance racinaire} \leq Cd$
 $FH_{ini} \leq Cd$
 $ST_{ini} \leq RU * FH_{ini}$
 Age de fin croissance racinaire \leq durée du cycle
 $SR_{ini} \leq FR_{ini} \times RU$
 Somme des durées de palier des K_c = durée de cycle cultural ± 5 jours

3.2. La plante et ses racines

Les derniers paramètres à saisir concernent la plante et ses racines. L'utilisateur doit valider :

- Un type de coefficient cultural et le renseigner
- La croissance racinaire : Vitesse de croissance journalière des racines (cm j^{-1}).
- L'âge de fin de croissance des racines : Age exprimé en nombre de jours après le début du cycle au delà duquel la croissance des racines s'arrête définitivement. Cet âge doit être inférieur ou égal à la valeur de : (cote de drainage/ vitesse de croissance racinaire) – front racinaire initial.

Le coefficient cultural (K_c) :

PROBE-w propose 3 modes d'estimation des coefficients culturaux :

- modèle FAO (K_c FAO)
- en figure libre (K_c escalier)
- fonction de la température de l'air (K_c Température)

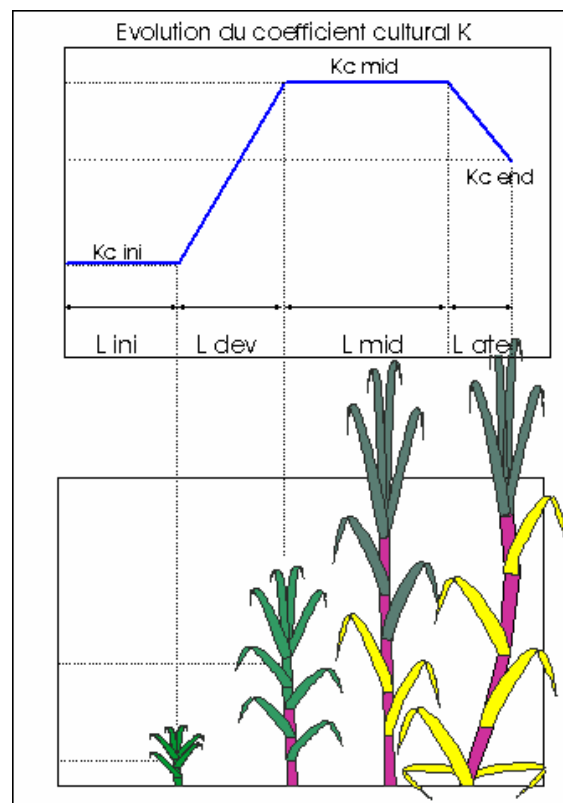
La procédure de paramétrage du coefficient cultural est la suivante:

Sélectionner le type de coefficient cultural, dans la liste déroulante. Une fenêtre s'ouvre avec, en titre, le type de coefficient cultural pour l'entité. La partie haute de la fenêtre propose les paramètres des coefficients culturaux de même type préalablement saisis. La partie basse présente les zones de saisies. Selon les besoins, un double clic sur un coefficient cultural de la partie haute reporte automatiquement les valeurs dans la partie basse.

Le modèle K_c FAO :

Les paramètres de configuration sont les suivants :

- K_{ini} : valeur du coefficient cultural sur la phase L_{ini} .
- L_{ini} : durée en jours de la phase initiale
- L_{dev} : durée en jours de la phase de développement
- K_{mid} : valeur du coefficient cultural sur la phase L_{mid} .
- L_{mid} : durée en jours de la phase de plateau
- K_{end} : valeur du coefficient cultural sur la phase L_{ate}



- Late : durée en jours de la phase de maturation.

Coefficient culturel de type FAO sur 'B'

Secteur	Kini	Lini	Ldev	Kmid	Lmid	Kend	Late
Secteur 1	0.2	40	80	1.2	180	0.75	60

Kini=
 Kmid =
 KEnd =

Lini =
 Ldev =
 Lmid =
 Late =

Le modèle **Kc** escalier :

Ce type de descripteur est très souple. Le nombre de paliers n'est pas limité. La durée du palier est cumulative. Dans l'exemple ci-dessous, le premier palier dure 20 jours et pendant ces 20 jours, le Kc a une valeur de 0.2. Ensuite, le second palier a une valeur de 50 jours, mais il dure 30 jours (50 – 20 jours du premier palier) durant lesquels le Kc vaut 0.5. Cette manière de saisir le Kc escalier permet de savoir si le coefficient entré couvre bien tout le cycle de culture. Il est possible de définir un seul palier d'une durée égale ou supérieure à la durée du cycle. Dans ce cas, PROBE-w prendra la valeur unique de Kc sur tout le cycle.

Coefficient cultural ESCALIER sur temps

Nbj Palier	Cumul	Kc
20	20	0.2
30	50	0.5

Saisie

Nombre de jour sur le palier: 30

Valeur du kc sur ce palier : 0.5

Valider

Enregistrer Fermer

La suppression d'un palier s'effectue en se positionnant sur le palier puis en cliquant sur le bouton droit de la souris.

Le modèle Kc Température :

Coefficient culturel basé sur la température sur 'B'

Secteur	SDJini	Kini	Kcrois	Kmax	NbjKmax	Kmini	Pmatur	h	Tbase	pcoish

SDJini = Kcrois = Kmax = Kmini = Tbase =
 Kini = NbjKmax = Pmatur = Pcoish =
 H =

Les paramètres de configuration sont les suivants :

- SDJini : Somme des degrés jour en °C pour atteindre Kcrois à partir de Kini
- Kini : valeur du coefficient cultural à la date de début de cycle
- Kcrois : valeur du coefficient cultural au début de la grande croissance
- Kmax : valeur maximale du coefficient cultural
- NbjKmax : Nombre de jours à Kmax
- Kmini : valeur du coefficient cultural à la date de fin de cycle
- Pmatur : Pente de la fin de la période à Kmax pour atteindre Kmini en fin de cycle
- H : hauteur initiale en m
- Tbase : Température en °C ; les degrés jour seront cumulés par rapport à cette température de référence.
- Pcroish : vitesse de croissance en $m\ j^{-1}$.

NB : Pour la définition des Kc, il faut que la durée cumulée des phases ou paliers corresponde à la durée du cycle définie dans l'onglet « Sol et plante » (différence entre dates de début et de fin de cycle).

Dans le cas des modèles FAO et escalier, une procédure interne au logiciel vérifie cette cohérence. En revanche, dans le cas du modèle température plus complexe avec des durées de phase dépendant de la température et d'autres facteurs, il faut que l'utilisateur vérifie lui-même cette cohérence. Si le Kmini est atteint avant la fin effective du cycle, il va rester à ce Kmini jusqu'à la fin du cycle.

3.3. Gestion des entités

Après avoir renseigné tous les paramètres d'une entité, l'utilisateur peut dupliquer cette entité en activant le bouton

Ajouter

Cette commande reprend toutes les informations de l'entité existante ou sélectionnée sauf le nom et le type de coefficient cultural qui seront à compléter.

La commande

Supprimer

efface l'entité sélectionnée en cas de besoin.

Après avoir renseigné tous les paramètres d'une ou plusieurs entités, il est conseillé à l'utilisateur d'enregistrer cette configuration. Le logiciel PROBE-w ne garde pas en mémoire les paramétrages.

Enregistrer

ouvre une boîte de dialogue permettant à l'utilisateur de préciser le nom et le répertoire de stockage du fichier. Les entités affichées à l'écran sont regroupées dans un dossier.

Le format de ces fichiers est de type texte.

Une arborescence spécifique à PROBE-w a été créée à l'installation de l'application contenant un répertoire « Entites-Plot » qui sera proposé par défaut pour l'enregistrement.

Lors d'une nouvelle utilisation de PROBE-w, l'utilisateur peut reprendre une configuration précédemment réalisée en activant le bouton.

Importer

Une utilisation avancée des fichiers contenant les entités est possible sous tableur de type Excel. Pour ouvrir le fichier, il faut sélectionner le type « Fichier texte » ou « Tous les fichiers » puis sélectionner le séparateur « ; » dans la seconde étape de l'assistant d'importation pour Excel.

L'utilisateur effectue les modifications nécessaires puis enregistre le fichier au format « .CSV ». Les fichiers enregistrés dans un autre format ne sont pas lisibles par PROBE-w.

Une autre utilisation avancée de PROBE-w permet la modification d'un paramètre sur plusieurs entités simultanément. Il suffit de sélectionner la même colonne sur plusieurs entités puis valider la modification.

3.4. Analyse de sensibilité

L'analyse de sensibilité permet, par exemple et en particulier, de voir l'incidence d'une imprécision dans la définition d'un paramètre d'entrée sur l'erreur (justesse) et l'imprécision des paramètres calculés. Pour cela, on donne plusieurs valeurs à un paramètre d'entrée et on modélise le bilan hydrique autant de fois qu'il y a de valeurs à tester de ce paramètre d'entrée.

Il s'agit donc de définir, pour une entité, la variable d'entrée à tester, sa gamme de variation, le pas de variation et le ou les paramètres de sortie correspondant aux différentes valeurs d'entrée.

Dans l'onglet « Sol et Plante », l'utilisateur active la fenêtre suivante :

Paramètre	Valeur initiale	Valeur mini (%)	Pas (%)	Valeur maxi (%)	% en + ou en -	mm/cm
RU	1	-20	5	20	-20	0.8
					5	0.05
					20	1.2

L'utilisateur choisit alors le paramètre à analyser puis saisit la variation en % du paramètre :

- Le pourcentage minimum qui doit être supérieur ou égal à - 99% de la valeur initiale (Il n'est pas possible de valider un seuil minimum de -100% car ce seuil validerait des valeurs à zéro, parfois incompatible avec les calculs du bilan hydrique)
- le pas
- le pourcentage maximum qui doit être <= à + 200% de la valeur initiale.

En fonction des pourcentages saisis, les valeurs sont calculées et affichées pour information. Pour les paramètres Kc et ETP, la valeur de référence et les valeurs calculées ne sont pas affichées car elles varient dans le temps.

PROBE-w crée alors autant de sous-entités à chaque pas de variation en reprenant le nom de l'entité de base complété du paramètre à analyser, incrémenté du pas de variation.

Pour retrouver l'entité de référence dans la liste des sous-entités, il est nécessaire d'encadrer l'entité de référence par une valeur négative et une valeur positive ou de saisir une des deux valeurs à 0. Sinon,

l'entité de référence disparaît, elle est remplacée par la série d'entités créées par l'étude de sensibilité, sans toutefois perturber le calcul.

Le nombre de sous-entités est limité à 99.

Attention, un grand nombre de sous-entités sur une longue période de cycle peut aboutir à un long temps de calcul du bilan hydrique.

4. Le calcul et l'exportation du bilan hydrique

Ce dernier onglet (fig. 4) permet de calculer les bilans hydriques pour l'ensemble des entités affichées dans l'onglet précédent. Ensuite, l'utilisateur choisit pour l'affichage, la fréquence et les variables souhaitées.

Les références de calcul et de la validation du bilan hydrique sont citées dans la [bibliographie](#).

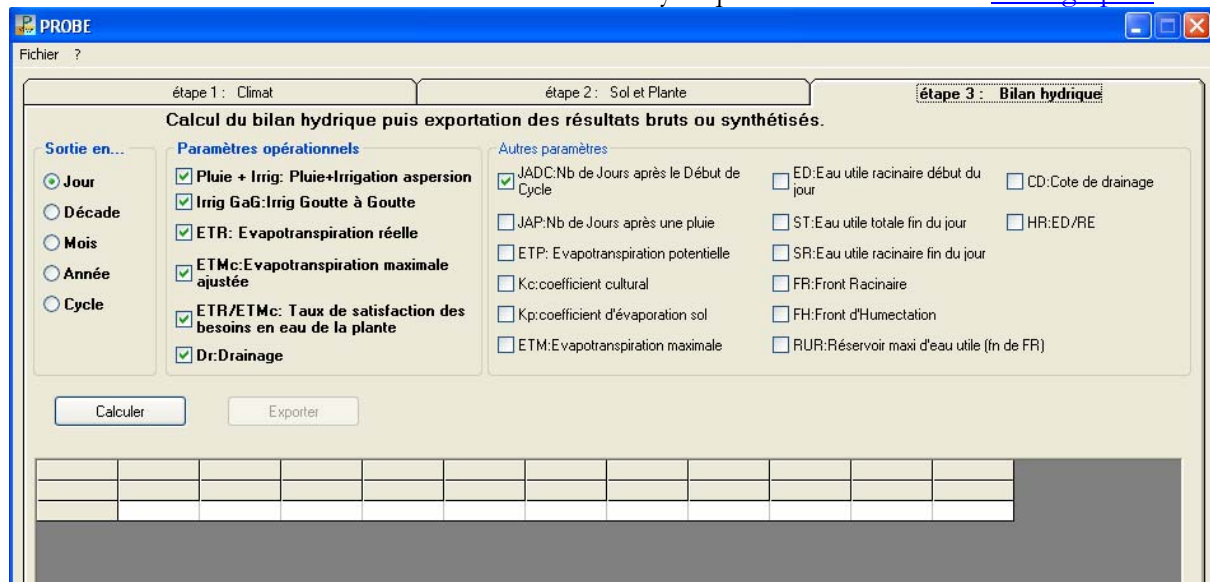


Figure 4 : onglet du calcul du bilan hydrique

4.1. Calcul du bilan hydrique et affichage des résultats

Le bouton  active le calcul des bilans hydriques pour l'ensemble des entités affichées dans l'onglet précédent.

L'affichage des résultats est effectué en fonction des choix réalisés par l'utilisateur en terme de fréquence et de variables de sortie.

Les paramètres les plus opérationnels sont sélectionnés par défaut. L'utilisateur peut modifier le nombre des variables de sortie en fonction de ses besoins.

Pour les fréquences de sortie autres que le jour, les valeurs sont :

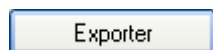
- Cumulées : Pluie+irrig ; Irrig GAG; ETP; ETR; ETM; ETMc; Dr
- Moyennées : Kc; Kp; ETR/ETMc; ED; ST; SR ; Cd; HR
- Maximum : JADC, FR; FH; RE

Pour avoir le nombre de jours contenus dans une période (décade, mois, année, cycle), il faut faire la

différence entre les valeurs affichées de JADC des deux périodes consécutives.

Une utilisation avancée de PROBE-w permet de copier tout ou partie des valeurs affichées puis de les coller dans un tableur sans passer par la méthode d'exportation (ci-dessous). Cependant, la méthode d'exportation est plus rapide pour un grand nombre de lignes et reprend, notamment, la configuration des entités.

4.2. Exportation des résultats



ouvre une boîte de dialogue où l'utilisateur précise le nom du fichier et le répertoire de stockage.

Le fichier exporté au format texte est composé de 3 parties :

- Présentation de la configuration des entités,
- Affichage des abréviations et du titre littéral de chaque colonne,
- Visualisation des valeurs calculées.

Le tableau 1 présente l'ensemble des libellés des colonnes de données. Dans ce tableau ci-dessous, les lignes correspondent aux colonnes dans le fichier exporté.

Tableau n°1. Libellés contenus dans les fichiers exportés, leur signification, et leurs unités de mesure.

Libellé de l'entête	Descriptif	Unité
Entité	Nom de l'entité	
Année	Année de la date du jour	
Mois	Mois de la date du jour	
Décade	Décade de la date du jour. Chaque mois est divisé en 3 décades ; les 2 premières synthétisent des périodes de 10 jours ; la dernière décade peut compter 8, 9, 10, 11 jours.	
Date	Date du jour	
JADC	N° de jour après début de calcul.	
JAP	N° de jour après la dernière pluie	
Pluie+Irrig	Hauteur cumulée de la pluie et de l'irrigation par aspersion	mm
Irrig_GAG	Hauteur de l'irrigation par goutte à goutte enterré	mm
Etp	Evapotranspiration potentielle	mm
Kc	Coefficient cultural (évapotranspiration)	
KP	Coefficient d'évaporation directe	
Etr	Evapotranspiration réelle	mm
Etm	Evapotranspiration maximale	mm
Etmc	Evapotranspiration maximale ajustée	mm
Etr/Etmc	Taux de satisfaction des besoins en eau de la culture	
ED	Eau utile racinaire en début de journée	mm
ST	Stock utile total en fin de journée	mm
SR	Stock utile racinaire en fin de journée	mm
FR	Front racinaire	cm
FH	Front d'humectation	cm
RE	Réservoir maximum en eau utile (FR x RU)	mm
DR	Drainage	mm
CD	Cote de drainage	cm
HR	Humidité relative (ED/RE)	

5. Gestion informatique

PROBE-w ne réalise, en interne, aucune sauvegarde automatique des données ni celles saisies (entité, variable d'entrée etc.), ni les valeurs calculées. Toutes les valeurs calculées doivent être enregistrées dans des fichiers extérieurs par l'utilisateur, pour être sauvegardées.

A l'installation de l'application, 4 répertoires sont créés dans le dossier PROBE-w :

- Entités-Plot : il contient les regroupements d'entités sous la forme d'un nom de dossier.
- BHY-WB : il contient les fichiers exportés en format texte.
- KC : c'est le dossier de stockage des coefficients cultureux pour chaque entité.
- Climat(e) : il contient les fichiers climatiques.

Attention, il est fortement conseillé de ne pas modifier les noms de ces fichiers. En cas de modification, Probe-w créera de nouveau ces dossiers lors de la prochaine utilisation.

Ces fichiers sont sélectionnés par défaut pour l'importation, l'enregistrement et la sauvegarde des fichiers. La suppression de ces fichiers est réalisée via l'explorateur car PROBE-w ne le propose pas.

L'application « unins000 » désinstalle la partie application du logiciel PROBE-w de l'ordinateur. Les fichiers créés par l'utilisateur et stockés dans l'arborescence devront être supprimés par celui-ci après désinstallation de l'application. L'application « unins000 » supprime les fichiers créés à l'installation, pas ceux qui ont été créés en cours d'utilisation.

En plus de l'aide contextuelle par écran ou partie d'écran, certains boutons disposent d'une aide spécifique. Au passage de la souris sur ces boutons, ce symbole devient visible.



Annexe 1 : Limites de l'application.

Limites conceptuelles de PROBE	Limites pratiques	Choix informatiques
<p>Modèle capacitif : le sol est considéré comme un réservoir d'eau utile de caractéristique uniforme entre la surface et le front racinaire.</p> <p>La capacité d'extraction racinaire est uniforme entre la surface et le front racinaire (FR). La profondeur de FR doit donc être adaptée en cas de très faible exploration près du front racinaire.</p> <p>Il n'existe pas de modélisation de la répartition entre l'eau de pluie (ou d'irrigation) qui (i) ruisselle et (ii) qui entre réellement dans le sol. Les valeurs des variables pluie et irrigation sont donc des hauteurs d'eau qui entrent dans le sol. Cette répartition entre ruissellement et infiltration d'une pluie doit se faire par une modélisation externe à PROBE.</p> <p>De ce fait, l'excès d'eau dans le réservoir sol est affecté à du drainage (puisque le ruissellement est modélisé en amont). Mais si on a introduit la pluie totale comme variable pluie, le terme « drainage » peut être, en fait, de l'excès d'eau avec une part de drainage et une de ruissellement.</p> <p>Il n'existe pas de modélisation des remontées capillaires.</p>	<p>RU: $0 < \leq 10$ mm/cm</p> <p>Cote de drainage : $0 < \leq 1000$ cm</p> <p>Croissance racinaire : $0 < \leq 10$ cm</p> <p>Deux entités ne peuvent pas avoir le même nom.</p> <p>Système métrique uniquement</p> <p>Après calcul, les résultats des calculs ne sont pas conservés dans PROBE-w, seules les données de base le sont. Il faut donc exporter les résultats de calculs dès qu'ils sont obtenus.</p>	<p>PROBE-w ne fonctionne pas sur un autre système que Windows.</p> <p>Il n'est pas possible d'ouvrir 2 sessions de PROBE-w simultanément pour des problèmes de sécurité de l'enregistrement.</p>

Bibliographie

- Chopart J.L., Siband P., 1988. PROBE, PROgramme de Bilan de l'Eau. Mémoires et travaux de l'IRAT, n° 17, CIRAD- IRAT édit. France, 76 p.
- Chopart J.L., Vauclin M., 1990. Water balance estimation model : Field test and sensitivity analysis. Soil Science Society of America Journal, 54, 1377-1384.
- Chopart J.L., Vauclin M., Nicou R., 1991. Le bilan hydrique : Dilettantisme ou nécessité pour comprendre les relations milieu physique-culture en zone tropicale sèche? In : "Soil Water Balance in the Sudano-Sahelian Zone, IAHS edit Wallingford, Royaume-Uni , n. 199, p. 345-357.
- Chopart J.L., Mézino M., Aure F., Le Mézo L., Mété M., Vauclin M., 2007. OSIRI: A simple decision-making tool for monitoring irrigation of small farms in heterogeneous environments. Agric. Water Manage. vol. 87, n°2, 128-138.
- Chopart J.L., Mézino M., Le Mézo L., Fusillier J.L., 2007. FIVE-CoRe: A simple model for farm irrigation volume estimates according to constraints and requirements. Application to sugar cane in Reunion (France). In : "Proceedings Int. Society of sugar cane technologists vol. 26, XXXVI ISSCT Congress, Durban, South Africa 29-07, 02-08 2007, Abstracts book pp. 98-99 and poster paper in ISSCT Congress proceedings CD, pp. 490, 493.
- Chopart J.L., Aure F., Le Mézo L., Mézino M., Antoir J., Vauclin M., 2007. Field tests of OSIRI, a decision making tool for irrigation of sugarcane farms in Réunion. In: "Proceedings of fourth USCID Int. Conf. on Irrigation and Drainage 2-5 oct. 2007, Sacramento: The role of Irrigation and Drainage in a Sustainable Future", USCID Edit., USA, pp. 423, 435.